

DESIGN OF REFLOW SOLDERING STATION FOR RE-BALLING OF BGA PACKAGES

Adam Janiš

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xjanis02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Alexandr Otáhal

E-mail: alexandr.otahal@vutbr.cz

Abstract: This article deals with the design of a soldering oven for BGA reballing in a nitrogen atmosphere. The principles of reflow soldering, the advantages of a nitrogen atmosphere regarding the quality of solder joints and the types of soldering devices are described. The main aim of the experimental part is to design the soldering station and to simulate the heat flow during soldering using SolidWorks Flow Simulation. Final stage of this work is based on verification of designed soldering station and optimization of soldering process.

Keywords: reflow oven, BGA, reballing, nitrogen protective atmosphere

1 ÚVOD

Pájení je nezbytnou součástí elektrotechnické výroby, kde slouží k mechanickému a elektrickému propojení elektronických součástek a desek plošných spojů nebo jiných základních materiálů. Již od počátku výroby elektronických zařízení je přítomna stále trvající snaha o miniaturizaci, což v tomto oboru přináší mnohé výzvy. Díky tomuto trendu se vyvíjejí stále menší a prostorově úspornější pouzdra pro integrované obvody jako BGA, CSP a další. Nevýhodou pramenící z kuličkových vývodů umístěných na spodní straně těchto pouzder je hlavně potřeba tyto pájkové kuličky při procesu oprav vždy odstranit a nahradit novými. Vzhledem k možným vysokým cenám integrovaných obvodů je žádoucí zdokonalit proces znovuvytvoření kulových pájkových vývodů, tzv. *reballing*, tak, aby nebyla pouzdra zbytečně tepelně namáhána při použití bezolovnatých pájecích slitin. Často se z tohoto důvodu volí použití ochranné dusíkové atmosféry, která zlepšuje celkové vlastnosti pájeného spoje [1].

Na základě výše popsaných informací vznikla potřeba zkoumat vlastnosti bezolovnatých pájecích slitin z pohledu jejich jakosti a spolehlivosti. Pro tyto účely je nutné vytvořit experimentální zařízení s možností pájení v dusíkové ochranné atmosféře a za sníženého tlaku, čímž se zabývá tato práce.

2 PŘÍNOS PÁJECÍ STANICE

Navrhované zařízení bude sloužit zejména pro *reballing* BGA pouzder při použití ochranné dusíkové atmosféry. Přítomnost dusíku při pájení zvyšuje kvalitu pájeného spoje zejména v důsledku absence kyslíku, což potlačuje vznik oxidové vrstvy na ploškách a v pájecí slitině a zlepšuje jejich smáčení. Tím se zmenšuje množství defektů, což se významně uplatní při vytváření nových kulových vývodů na BGA pouzdrech, kde je potřeba vysoká kvalita a spolehlivost [2].

Pájecí stanice je navržena jako vsázková, tudíž v ní bude možné dosáhnout konstantních a reprodukovatelných podmínek, zejména koncentrace dusíku a kyslíku a nastavení teploty. To umožní dosažení přesných výsledků kvality pájených spojů při použití různých pájecích slitin, metod jejich

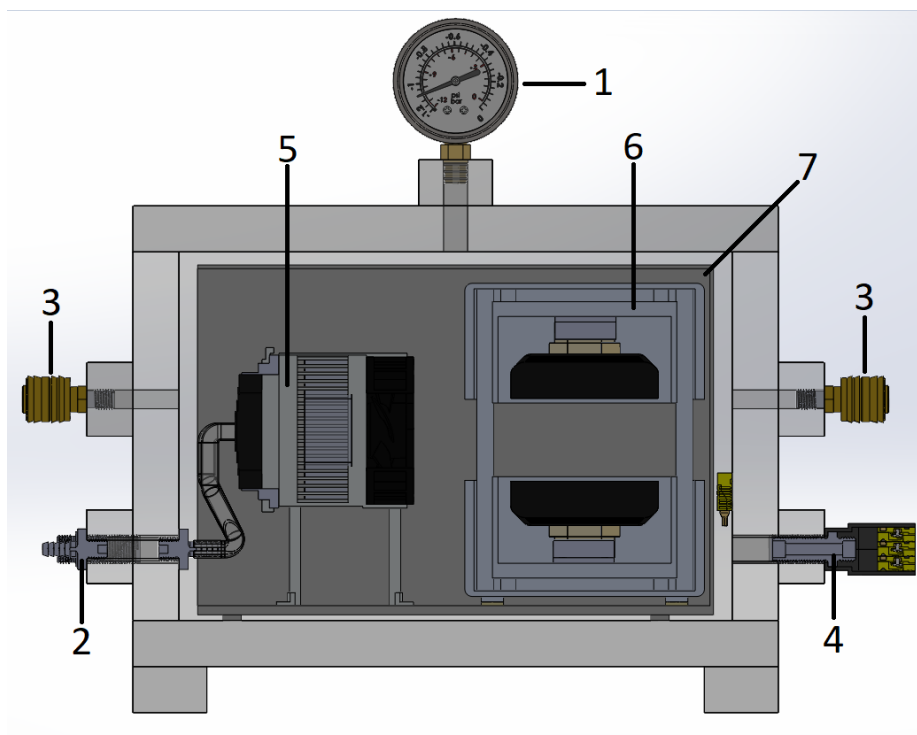
nanášení atd. Vzhledem k nutnosti čerpání atmosféry před každým pájecím procesem není stanice vhodná pro sériovou výrobu.

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Obsahem této části je samotný návrh pájecího zařízení pro *reballing* BGA pouzder kreslený v programu SolidWorks. Jsou zde řešeny otázky umístění jednotlivých prvků stanice, vhodných součástí, jejich výroby a další.

Návrh zařízení spočíval ve výběru, vytvoření 3D modelu a umístění jednotlivých komponent do již vyrobené bedny z materiálu PMMA (polymethylmetakrylát - plexisklo). Výběr součástí a jejich materiálu byl proveden s ohledem na dostupnost, proveditelnost a cenu. Výsledkem je předběžný model celého zařízení bez okolních periférií, jako je např. výkonová a externí chladicí část.

Na obrázku 1 je vyobrazen průřez celou pájecí stanicí. V tomto pohledu je již možné pozorovat všechny části modelu. Na horní straně je umístěn manometr. Po stranách jsou do plexiskla zašroubovány průchodky, spojky a fitinky sloužící k propojení okolí s pracovním prostorem.



Obrázek 1: CAD model – Pohled zepředu na průřez pájecí pecí; 1. manometr, 2. fitinka, 3. přípojky na vakuum a dusík, 4. průchodka na termočlávkové dráty, 5. chladicí část, 6. ohřevná část, 7. stínění

3.1 PROPOJOVACÍ ČÁST

V levé straně zařízení je umístěno šest součástí. Na spodním zesílení se zvnějšku nachází dvě nerezové fitinky. Na vnitřní straně jim odpovídají další dvě tyto fitinky a dohromady tvoří dva průchody pro chladicí kapalinu. Vedle nich je umístěna průchodka z pozinkované oceli, kterou budou procházet vodiče k napájení ventilátoru. Nad nimi je naznačeno umístění mosazné přípojky. Ta slouží k připojení hadice k odčerpání vzduchu na úroveň nízkého vakua. Po odčerpání vzduchu se poté přes stejný typ spojky umístěné na druhé straně zařízení načerpá dusík až do hodnot atmosférického tlaku.

V pravé straně zařízení jsou umístěny čtyři průchozí součástky. První je již zmíněná mosazná přípojka na čerpání atmosféry. Zbývající tři se nachází na stejném zesílení vedle sebe. Jedna z nich slouží k vedení napájecích vodičů k infračerveným zářičům a každou ze zbývajících dvou průchodek budou procházet tři páry termočlánekových drátů. Tyto dráty se umístí do zásuvkových konektorů a na vnější straně všechny tři konektory dohromady do pouzdra. Zásuvkové konektory pro termočlánky byly zvoleny z důvodu větší mechanické odolnosti, jelikož u nich není nebezpečí poškození vývodů při manipulaci se zařízením na vnější straně pájecího zařízení. Na vnitřní straně zařízení se konektory v rámci úspory místa přilepí přímo na plexisklovou stěnu.

3.2 VNITŘNÍ ČÁST

Uvnitř pájecí stanice se vlevo nachází chladicí část, vpravo ohřevná část a obě dvě společně jsou od plexisklových stěn kryty hliníkovým stíněním.

Chladicí část bude sestávat mimo jiné z vodního chlazení *Magicool*. Ochlazená kapalina bude přivedena do zařízení skrze hadičky a fitinky a poté do plastového chladiče, kde skrz měděnou kontaktní plochu dochází ke chlazení hliníkového bloku, tzv. *heat sink*. Na konci jeho žebrování je umístěn ventilátor, který při zapnutí fouká směrem od chladicí sestavy.

Ohřevná část je složena ze dvou infračervených zářičů umístěných v konstrukci proti sobě. Konstrukce kolem zářičů bude vyrobena z více vrstev hliníku tak, aby bezpečně odolala vyšším teplotám (přibližně 600 °C), v co největší míře bránila průniku tepla do okolí a aby poskytla kvalitní uchycení infračervených zářičů s minimálním přenosem tepla na konstrukci. Jelikož není možné navrhnout konstrukci tak, aby dokonale bránila průniku tepla ze zářičů a zároveň byla dobře přístupná pro manipulaci s pájeným vzorkem, je nutné odizolovat okolní plexisklové stěny pomocí několikavrstvého hliníkového stínění. Nezbytnost stínění byla ověřena pomocí simulací proudění tepla, které odhalily nebezpečí tavení plexiskla v případě jejího zanedbání.

3.3 VÝROBA VAKUOVÝCH PRŮCHODEK

Vzhledem k vysokým cenám průchodek do vakua budou průchodky pro toto zařízení vyrobeny. Základ bude tvořit průchodka z pozinkované oceli, která se vertikálně uchytí do fixační aparatury a skrz ni se protáhnou požadované vodiče tak, aby nedocházelo ke zkratům. Poté se celý vnitřek průchodky zalije epoxidovou pryskyřicí a nechá se vytvrdit.

4 ZÁVĚR

Vzhledem k vysokým požadavkům na kvalitu pájených spojů byla navržena pájecí stanice, které umožní podrobné zkoumání vlivů působících zejména při reballingu BGA pouzder. Hlavní předností zařízení bude možnost použití ochranné dusíkové atmosféry s přesně měřitelnou koncentrací kyslíku a snadnější reprodukovatelnost pracovních podmínek. V návaznosti na ověřování výsledků simulací a samotné konstrukce zařízení mohou nastat změny v konečném návrhu v důsledku objevení vhodnějšího řešení, nebo naopak nemožnosti implementovat již navržené prvky. I navzdory možným konečným úpravám by měl základní princip zařízení odpovídat prvotnímu návrhu.

REFERENCE (ANGLICKY = REFERENCES)

- [1] I. POOLE. Ball Grid Array, BGA. Radio-Electronics [online]. [cit. 11. března 2018]. Dostupné z: <http://www.radio-electronics.com/info/data/smt/smd-bga-ball-grid-array-package.php>
- [2] A. MACKIE. Dispelling 10 Myths about Nitrogen Reflow (part I) [online]. [cit. 11. března 2018]. Dostupné z: <http://www.indium.com/blog/dispelling-10-myths-about-nitrogen-reflow-part-i.php>